

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10116941 A**(43) Date of publication of application: **06 . 05 . 98**

(51) Int. Cl.

H01L 23/29
H01L 23/31
C08K 3/00
C08L 63/00
// C08G 59/24
C08G 59/40

(21) Application number: **09287087**(22) Date of filing: **20 . 10 . 97**(62) Division of application: **06290149**(71) Applicant: **NITTO DENKO CORP**

(72) Inventor: **ITO TATSUSHI**
YAMANAKA KAZUTO
KITAMURA FUJIO
IKEMURA KAZUHIRO
NAKAO MINORU
KIMURA HIDETO
TAKI HIDEAKI

(54) **SEMICONDUCTOR DEVICE**

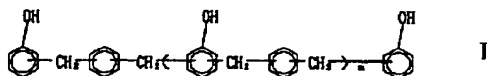
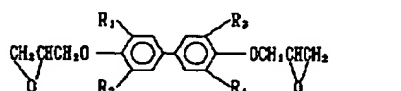
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a package from cracking even under severe conditions, by using an epoxy resin containing a biphenyl epoxy resin expressed as one of the formulae together with a hardening agent containing a phenolaralkyl resin expressed as the other of the formulae.

SOLUTION: When used, an epoxy resin composition is mixed with an epoxy resin, a hardening agent and inorganic filler with appropriate composition. It is preferable that the epoxy resin should be that containing a biphenyl epoxy resin expressed as Formulae I (where, R_1 - R_4 are alkyl groups with a number of carbons of 1-4.). The hardening agent uses a special phenolaralkyl resin expressed as Formula II (where, m is 0 or a positive integer.). Crystalline and fusible silica powder or the like may be used as inorganic filler. The epoxy resin composition hardened body thus obtained has sealing physical properties meeting the conditions that the ratio of the inorganic filler content of the hardened body by volume will be 60vol% or above, and the glass transition temperature of the hardened body be 125°C or below. Therefore, the package using this material is excellent in reliability

with respect to thermal shock resistance and moisture resistance, and remains free from package crack and the like during mounting by soldering.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-116941

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月6日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 L 23/29

H 0 1 L 23/30

R

23/31

C 0 8 K 3/00

C 0 8 K 3/00

C 0 8 L 63/00

Z

C 0 8 L 63/00

C 0 8 G 59/24

// C 0 8 G 59/24

59/40

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-287087

(62) 分割の表示

特願平6-290149の分割

(22) 出願日

平成2年(1990) 6月19日

(71) 出願人 000003964

日東電工株式会社

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号

(72) 発明者 伊藤 達志

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

(72) 発明者 山中 一人

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

(72) 発明者 北村 富士夫

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

(74) 代理人 弁理士 西藤 征彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置

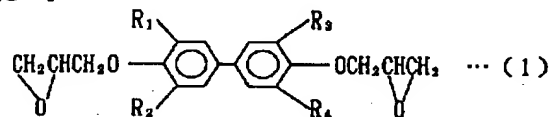
(57) 【要約】

【課題】 耐熱衝撃信頼性および耐半田クラック特性の双方に加えて、耐湿信頼性等の特性にも優れた半導体装置を提供する。

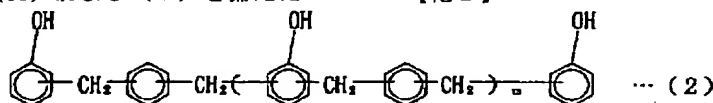
【解決手段】 下記の一般式(1)で示されるビフェニル型エポキシ樹脂を含むエポキシ樹脂を、下記の一般式(2)のフェノールアルキル樹脂を含む硬化剤とともに用いてなる下記の特性(A)および(B)を備えたエ

ポキシ樹脂組成物硬化体により半導体素子が封止される半導体装置である。

【化1】



【化2】



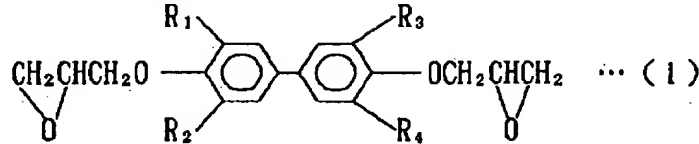
(A) 硬化体中の無機質充填剤の含有容積割合が60容積%以上。

(B) 硬化体のガラス転移温度が125℃以下。

1

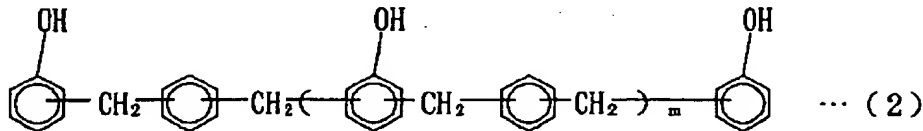
【特許請求の範囲】

【請求項1】 下記の一般式(1)で示されるビフェニル型エポキシ樹脂を含むエポキシ樹脂を、下記の一般式(2)のフェノールアラルキル樹脂を含む硬化剤とともに



上記式(1)において、 $R_1 \sim R_4$ は炭素数1~4のアルキル基である。

【化2】



【上記式(2)において、 m は0または正の整数である。】

(A) 硬化体中の無機質充填剤の含有容積割合が60容積%以上。

(B) 硬化体のガラス転移温度が125℃以下。

【請求項2】 上記の式(1)で示されるビフェニル型エポキシ樹脂の含有量が、全エポキシ樹脂の50重量%以上に設定されている請求項1記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、耐熱衝撃信頼性、耐半田クラック特性および耐湿信頼性に優れた半導体装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】トランジスタ、IC、LSI等の半導体素子は、外部環境の保護の観点および素子のハンドリングを可能にする観点から、プラスチックパッケージ等により封止され半導体装置化されている。

【0003】最近の半導体パッケージの傾向として、小形化、薄形化に加えて高速化に対する要求から、1チップ化も平行して進んでおり、表面実装化とともに1チップの大形化が進んでいる。このような状況から、半導体パッケージには、チップに対する熱応力の低減、耐半田クラック特性の向上、耐湿性の向上等様々な課題が要求されている。そして、実際に、薄形パッケージにおいて、パッケージ自体が吸湿している場合には、基板への半田実装時に水分の蒸気圧によって、パッケージにクラックが発生するという問題が生じる。また、大形表面実装デバイスにおいては、冷熱サイクル試験時にダイパッドの形状に沿ってクラックが発生するという問題が生じる。

に用いてなる下記の特性(A)および(B)を備えたエポキシ樹脂組成物硬化体により半導体素子が封止される半導体装置。

【化1】

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このような対策として、従来から、例えば、高温時の樹脂強度を上げて耐半田クラック特性を向上させる、パッケージの吸水性を低下させることにより耐半田クラック特性を向上させる、パッケージの対チップ、リードフレームとの接着性を上げて耐半田クラック特性を向上させる、シリコーン変性樹脂を用いて低応力化を図り、耐熱衝撃性を向上させるというような対策が単独でまたは併せて行われてきた。

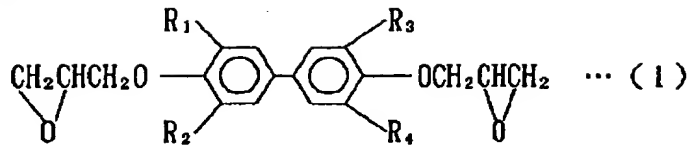
【0005】しかしながら、上記のような対策をもってしても、半田浸漬時のクラック発生および冷熱サイクル試験時のクラック発生という2つのクラック発生に対してのみでさえ満足できるものが得られていないのが現状である。

【0006】この発明は、このような事情に鑑みなされたもので、耐熱衝撃信頼性および耐半田クラック特性の双方ならびに耐湿信頼性等の特性にも優れた半導体装置の提供をその目的とする。

【0007】

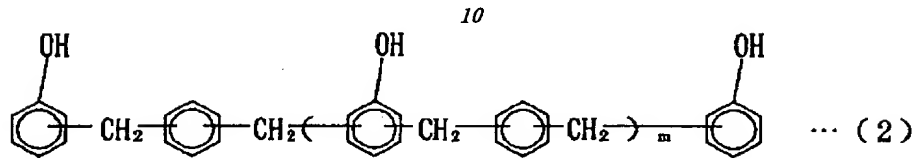
【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、この発明の半導体装置は、下記の一般式(1)で示されるビフェニル型エポキシ樹脂を含むエポキシ樹脂を、下記の一般式(2)のフェノールアラルキル樹脂を含む硬化剤とともに用いてなる下記の特性(A)および(B)を備えたエポキシ樹脂組成物硬化体により半導体素子が封止される半導体装置。

【化3】



上記式(1)において、 $\text{R}_1 \sim \text{R}_4$ は炭素数1~4のアルキル基である。

【化4】



【上記式(2)において、 m は0または正の整数である。】

(A) 硬化体中の無機質充填剤の含有容積割合が60容積%以上。

(B) 硬化体のガラス転移温度が125℃以下。

【0008】すなわち、本発明者らは、耐冷熱サイクル試験衝撃クラック性および耐半田クラック特性に優れた封止樹脂を得るために一連の研究を重ねた。その過程で、パッケージに対して物性的解析を行った結果、低温側での発生ストレス、対リードフレーム接着力および樹脂の強靱性を上げることにより耐冷熱サイクル試験時の衝撃クラック特性を向上させることができ、また低吸湿性、高温時の樹脂強度および弾性率を向上させることにより耐半田クラック特性を向上させることができることを突き止めた。そして、上記結果にもとづき、さらに研究を重ねた結果、封止樹脂のガラス転移温度を特定温度以下に低下させることにより低温側での発生応力を低減させ、かつ無機質充填剤の高充填化を行うことにより吸水量の低減と樹脂強度の向上を図ると、上記およびのバランスが極めてよくなり、耐熱衝撃信頼性および耐半田クラック特性の双方に優れ、かつ耐湿信頼性等

の特性にも優れた封止樹脂が得られることを見出しこの発明に到達した。

20 【0009】なお、上記ガラス転移温度は、TMA (Thermo Mechanical Analysis) により得られる熱膨張曲線の二次微分ピークの値である。

【0010】

【発明の実施の形態】つぎに、本発明の実施の形態を詳しく説明する。

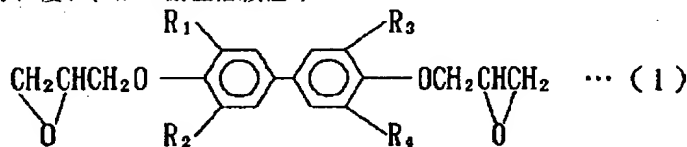
【0011】この発明に用いるエポキシ樹脂組成物は、エポキシ樹脂と、硬化剤と、無機質充填剤とを用いて得られるものであって、通常、粉末状もしくはそれを打錠してタブレット状になっている。

30 【0012】上記エポキシ樹脂は、特に限定するものではなく、通常用いられるものがあげられる。なかでも、例えばビフェニル型エポキシ樹脂で、下記的一般式

(1)で表されるものが好適に用いられる。

【0013】

【化5】



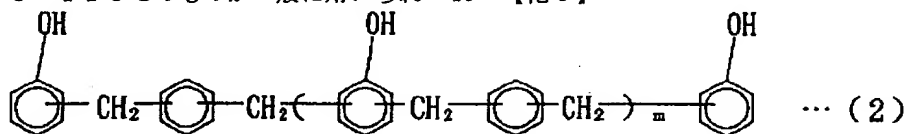
上記式(1)において、 $\text{R}_1 \sim \text{R}_4$ は炭素数1~4のアルキル基である。

【0014】このように、グリシジルエーテル基を有する芳香族環に低級アルキル基を置換することにより得られるエポキシ樹脂が撥水性を有するようになる。そして、上記一般式(1)で表される特殊なエポキシ樹脂のみでエポキシ樹脂組成物のエポキシ樹脂成分(エポキシ

樹脂のみからなり硬化剤成分を除く)を構成してもよいし、それ以外の通常用いられるエポキシ樹脂と併用するようにしてもよい。前者の場合には、エポキシ樹脂成分の全体が上記一般式(1)の特殊なエポキシ樹脂で構成され、後者の場合にはエポキシ樹脂成分の一部が上記一

般式(1)の特殊なエポキシ樹脂で構成されることとなる。

【0015】上記通常用いられるエポキシ樹脂としては、クレゾールノボラック型、フェノールノボラック型、ノボラックビスA型やビスフェノールA型等の各種エポキシ樹脂があげられる。上記ノボラック型エポキシ樹脂としては、通常、エポキシ当量150~250、軟化点50~130℃のものが用いられ、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂としては、エポキシ当量180~210、軟化点60~110℃のものが一般に用いられ



【上記式(2)において、mは0または正の整数である。】

【0018】上記一般式(2)で表されるフェノールアルキル樹脂は、アルキルエーテルとフェノールとをフリーデルクラフツ触媒で反応させることにより得られる。このようなフェノールアルキル樹脂としては、特に、軟化点60~120℃、水酸基当量160~200を有するものを用いるのが好ましい。なお、上記フェノールアルキル樹脂は、通常用いられるフェノール樹脂と併用しても差し支えはない。上記通常用いられるフェノール樹脂としては、クレゾールノボラック型、フェノールノボラック型、ノボラックビスA型やビスフェノールA型等の各種フェノール樹脂があげられる。これらフェノール樹脂としては、水酸基当量90~120、軟化点60~140℃のものが用いられる。上記フェノールアルキル樹脂と、このような通常のフェノール樹脂とを併用する場合には、上記フェノールアルキル樹脂を、フェノールアルキル樹脂と通常のフェノール樹脂の合計量の50重量%以上の割合になるように設定するのが好ましい。特に好ましいのは60重量%以上である。

【0019】また、上記エポキシ樹脂、硬化剤とともに用いられる無機質充填剤としては、例えば結晶性および溶融性シリカ粉末等があげられ、破砕状および球状のものが用いられる。このような無機質充填剤の配合量は、エポキシ樹脂組成物全体の72~92重量%の範囲に設定するのが好ましい。

【0020】なお、この発明に用いるエポキシ樹脂系組成物には、上記エポキシ樹脂、硬化剤および無機質充填剤以外に、通常、硬化促進剤、離型剤、難燃剤、カップリング剤等の従来公知の添加剤が用いられる。

【0021】上記硬化促進剤としては、アミン系、リン系、硼素系化合物があげられ、単独でもしくは併せて用いられる。

【0022】上記離型剤としては、高級脂肪酸、高級脂

る。このように上記(1)の特殊なエポキシ樹脂と通常のエポキシ樹脂の両者を併用する場合には、上記一般式(1)で表されるエポキシ樹脂をエポキシ樹脂成分全体の50重量%以上に設定するのが好ましく、特に好ましくは60重量%以上である。

【0016】上記硬化剤としては、例えば下記的一般式(2)で表される特殊なフェノールアルキル樹脂が用いられる。

【0017】

【化6】

肪酸エステル、高級脂肪酸カルシウム等の化合物があげられ、単独でもしくは併せて用いられる。

【0023】上記難燃剤としては、ノボラック型ブロム化エポキシ樹脂もしくはビスA型エポキシ樹脂、三酸化アンチモン等の化合物が単独で併せて用いられる。

【0024】上記カップリング剤としては、グリシジルエーテルタイプ、アミンタイプ、チオシアンタイプ、ウレアタイプ等のメトキシないしエトキシシランがあげられ、単独でもしくは併せて用いられる。その使用方法としては、充填剤に対して、ドライブレンドしたり、もしくは予備加熱反応させたり、さらには有機成分原料に対する予備混合等自由である。

【0025】さらに、この発明に用いられるエポキシ樹脂組成物には、上記添加剤以外に、シリコンオイルおよびシリコンゴム、合成ゴム等のゴム成分を配合して低応力化を図ったり、耐湿信頼性の向上を目的としてハイドロタルサイト等のイオントラップ剤を配合してもよい。

【0026】この発明に用いられるエポキシ樹脂組成物は、例えば上記各成分を用いてつぎのようにして製造することができる。すなわち、上記エポキシ樹脂、硬化剤および無機質充填剤と、他の添加剤を適宜配合し混合して、ロール機等の混練機により120℃で2分間混練する。そして、これを室温に冷却した後、公知の手段によって粉碎し、必要に応じて打錠するという一連の工程により製造することができる。

【0027】この発明は、上記エポキシ樹脂組成物を用いて半導体素子をモールドすることにより、このようなエポキシ樹脂組成物を用いての半導体素子の封止は、特に限定するものではなく、通常のトランスファー成形等の公知のモールド方法により行うことができる。

【0028】このようにして得られる半導体装置は、上記のような特性を有するエポキシ樹脂組成物硬化体によ

り樹脂封止されており、半導体素子が下記の物性 (A) および (B) を満たす硬化体により封止されている。

(A) 硬化体中の無機質充填剤の含有容積割合が60容積%以上。

(B) 硬化体のガラス転移温度が125℃以下。

したがって、耐熱衝撃信頼性および耐湿信頼性に優れ、半田実装に際してもパッケージクラック等が生ずることがない。

【0029】なお、上記無機質充填剤の含有容積割合

(A) の好適範囲は63容積%以上である。より詳しく述べると、上記無機質充填剤の含有容積割合 (A) は、用いられる無機質充填剤の平均粒径、形状等により微妙に変化する。例えば、平均粒径10~35μmのものにおいて、破砕状充填剤では60~70容積%、特に好ましくは63~70容積%である。球状充填剤では60~84容積%、特に好ましくは75~84容積%である。また、上記硬化体中のガラス転移温度 (B) もより好適な範囲があり、それは100~125℃である。

【0030】ちなみに、この発明で用いるエポキシ樹脂組成物硬化体のガラス転移温度と無機質充填剤の含有容積割合とで囲われる範囲を、従来のエポキシ樹脂組成物のそれとを対照して図面に示す。斜線部Aがこの発明のエポキシ樹脂組成物のそれである。斜線部Bは発光ダイオード (LED) 等の封止に用いられる従来の光半導体封止用エポキシ樹脂組成物のそれであり、斜線部Cは半導体素子のトランスファー成形に用いられる従来のエポキシ樹脂組成物のそれである。上記図から明らかなように、この発明で用いるエポキシ樹脂組成物では、そのガラス転移温度と、無機質充填剤含有量で囲われる範囲が従来のものとは全く異なっていることがわかる。

【0031】

【発明の効果】以上のように、この発明の半導体装置は、特殊なエポキシ樹脂組成物によって半導体素子を樹脂封止して得られるものであり、半田実装や耐冷熱サイクル試験におけるような過酷な条件下においてもパッケージクラックを生じることなく、かつ優れた耐湿信頼性等の特性を備えている。特に、この発明は、薄形フラットパッケージの表面実装等において高い信頼性を有し最

適である。

【0032】

【実施例】つぎに、実施例について比較例と併せて説明する。

【0033】まず、実施例に先立って下記の化合物を準備した。

【0034】《エポキシ樹脂成分》

A: 4, 4'-ビス (2, 3-エポキシプロポキシ) - 3, 3', 5, 5'-テトラメチルピフェニル (軟化点80℃, エポキシ当量195)

B: オークレゾールノボラック型エポキシ樹脂 (軟化点80℃, エポキシ当量195)

【0035】《フェノール樹脂成分》

C: フェノールアララルキル樹脂 (軟化点76℃, 水酸基当量175)

D: フェノールノボラック樹脂 (軟化点80℃, 水酸基当量106)

【0036】《無機質充填剤》

E: 溶融シリカ粉末 (平均粒径15μm, 最大粒径150μm, 破砕状)

F: 溶融シリカ粉末 (平均粒径25μm, 最大粒径150μm, 球状)

【0037】《難燃剤》

G: 三酸化アンチモン

H: ノボラック型ブロム化エポキシ樹脂 (軟化点80℃, エポキシ当量275)

【0038】《硬化促進剤》

I: 1, 8-ジアザビシクロ (5, 4, 0) ウンデセン-7

J: ポリエチレン系ワックス

【0039】

【実施例1~4、比較例1~4】上記各化合物A~Jを用いて下記の表1に示す割合で配合し、ミキシングロール機にかけて120℃で2分間混練し冷却したのち粉碎し、目的とする粉末のエポキシ樹脂組成物を得た。

【0040】

【表1】

		実 施 例				比 較 例			
		1	2	3	4	1	2	3	4
エポキシ樹脂	A	21.6	17.3	15.6	12.0	24.0	—	—	8.6
	B	—	4.3	—	—	—	18.0	30.0	13.0
フェノール樹脂	C	14.4	14.4	14.4	9.6	16.8	—	—	14.4
	D	6.0	6.0	—	2.4	7.2	12.0	18.0	6.0
無機質充填剤	E	127.6	127.6	—	—	116.6	—	116.6	127.6
	F	—	—	149.6	160.6	—	149.6	—	—
難燃剤	G	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4
	H	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
硬化促進剤	I	1	1	1	1	1	1	1	1
離型剤	J	1	1	1	1	1	1	1	1

【0041】 つぎに、実施例1～4および比較例1～4で得られた粉末状のエポキシ樹脂組成物を用いて半導体素子をトランスファー成形でモールドすることにより半導体装置を得た。この半導体装置は、80ピン四方向フラットパッケージ(QFP)(20mm×14mm×厚み2.25mm)で、8mm×8mmのダイボンプレート、7.5mm×7.5mmのチップサイズを有するものである。このようにして得られた半導体装置について、-65℃/5分～150℃/5分を500回繰り返す冷熱サイクル試験(TCTテスト)を行いパッケージ

クラックの発生数を調べた。また、85℃/85%RHで72時間吸湿した後、260℃で10秒間半田浸漬を行った場合のパッケージクラックの発生数を測定した。これらの結果を下記の表2に示す。また、上記半導体装置の封止樹脂であるエポキシ樹脂組成物硬化体のガラス転移温度および各成分の配合割合(容積比)を測定し下記の表2に併せて示した。

【0042】

【表2】

(容積%)

		実 施 例				比 較 例			
		1	2	3	4	1	2	3	4
エポキシ樹脂	A	18	14.4	13	10	20	—	—	7.2
	B	—	3.6	—	—	—	15	25	10.8
フェノール樹脂	C	12	12	12	8	14	—	—	12.0
	D	5	5	—	2	8	10	15	5
無機質充填剤	E	58	58	—	—	53	—	53	58
	F	—	—	68	73	—	68	—	—
難燃剤	G	2	2	2	2	2	2	2	2
	H	3	3	3	3	3	3	3	3
硬化促進剤	I	1	1	1	1	1	1	1	1
離型剤	J	1	1	1	1	1	1	1	1
無機質充填剤の含有容積割合(容積%)		60	60	70	75	55	70	55	60
ガラス転移温度(℃)		120	125	110	120	120	160	160	130
TCTテストでのクラック発生数(個)		0	0	0	0	2	5	10	3
半田浸漬後のクラック発生数(個)		1	0	0	0	8	10	10	6

【0043】 表2の結果から、エポキシ樹脂組成物硬化体のガラス転移温度が125℃以下で、しかも硬化体中の無機質充填剤の含有割合が60容積%以上の実施例品では、TCTテストおよび半田浸漬後の双方ともパッケ

ージクラックが殆ど発生していない。これに比べて、比較例品は全てパッケージクラックが発生している。したがって、実施例品は耐熱衝撃信頼性、耐半田クラック特性に優れ、高温時の低応力性等に優れていることがわか

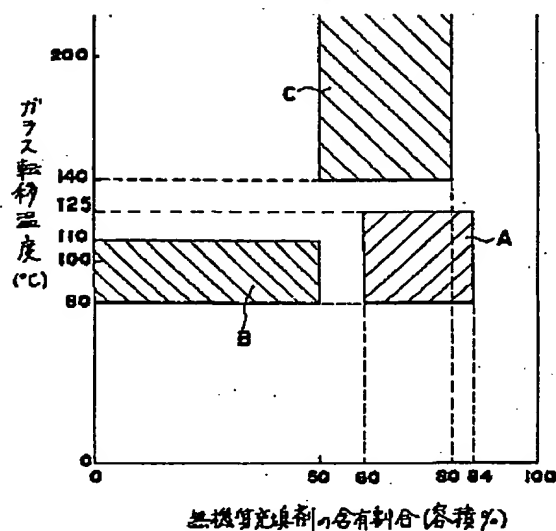
る。

【図面の簡単な説明】

【図1】エポキシ樹脂組成物硬化体のガラス転移温度と

無機質充填剤の含有容積割合の関係を示す曲線図である。

【図1】



【手続補正書】

【提出日】平成9年11月18日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

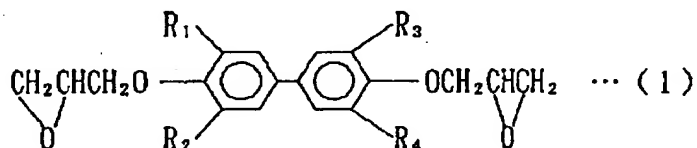
【書類名】明細書

【発明の名称】半導体装置

【特許請求の範囲】

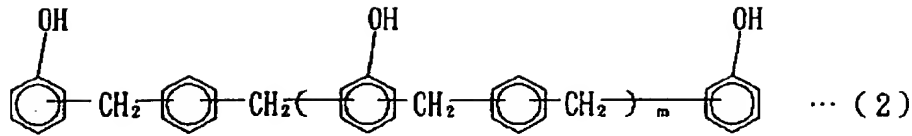
【請求項1】 下記の一般式(1)で示されるビフェニル型エポキシ樹脂を含むエポキシ樹脂を、下記の一般式(2)のフェノールアルキル樹脂を含む硬化剤とともに用いてなる下記の特性(A)および(B)を備えたエポキシ樹脂組成物硬化体により半導体素子が封止される半導体装置。

【化1】



〔上記式(1)において、 $\text{R}_1 \sim \text{R}_4$ は炭素数1~4のアルキル基である。〕

【化2】



〔上記式(2)において、 m は0または正の整数である。〕

〔A〕硬化体中の無機質充填剤の含有容積割合が60容積%以上。

〔B〕硬化体のガラス転移温度が125℃以下。

【請求項2】 上記の式(1)で示されるビフェニル型エポキシ樹脂の含有量が、全エポキシ樹脂の50重量%以上に設定されている請求項1記載の半導体装置。

【請求項3】 上記無機質充填剤の配合量は、エポキシ樹脂組成物全体の72～92重量%の範囲に設定されている請求項1または2記載の半導体装置。

【請求項4】 上記硬化剤とともに、ポリエチレン系ワックスを用いる請求項3記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、耐熱衝撃信頼性、耐半田クラック特性および耐湿信頼性に優れた半導体装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】トランジスタ、IC、LSI等の半導体素子は、外部環境の保護の観点および素子のハンドリングを可能にする観点から、プラスチックパッケージ等により封止され半導体装置化されている。

【0003】最近の半導体パッケージの傾向として、小形化、薄形化に加えて高速化に対する要求から、1チップ化も平行して進んでおり、表面実装化とともに1チップの大形化が進んでいる。このような状況から、半導体パッケージには、チップに対する熱応力の低減、耐半田クラック特性の向上、耐湿性の向上等様々な課題が要求されている。そして、実際に、薄形パッケージにおいて、パッケージ自体が吸湿している場合には、基板への半田実装時に水分の蒸気圧によって、パッケージにクラックが発生するという問題が生じる。また、大形表面実装デバイスにおいては、冷熱サイクル試験時にダイパッ

ドの形状に沿ってクラックが発生するという問題が生じる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このような対策として、従来から、例えば 高温時の樹脂強度を上げて耐半田クラック特性を向上させる、パッケージの吸水性を低下させることにより耐半田クラック特性を向上させる、パッケージの対チップ、リードフレームとの接着性を上げて耐半田クラック特性を向上させる、シリコーン変性樹脂を用いて低応力化を図り、耐熱衝撃性を向上させるというような対策が単独でまたは併せて行われてきた。

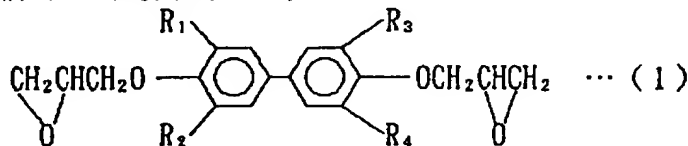
【0005】しかしながら、上記～のような対策をもってしても、半田浸漬時のクラック発生および冷熱サイクル試験時のクラック発生という2つのクラック発生に対してのみでさえ満足できるものが得られていないのが現状である。

【0006】この発明は、このような事情に鑑みなされたもので、耐熱衝撃信頼性および耐半田クラック特性の双方ならびに耐湿信頼性等の特性にも優れた半導体装置の提供をその目的とする。

【0007】

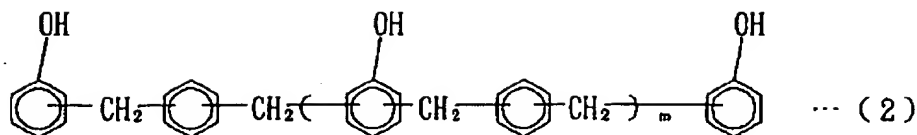
【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、この発明の半導体装置は、下記的一般式(1)で示されるビフェニル型エポキシ樹脂を含むエポキシ樹脂を、下記的一般式(2)のフェノールアララルキル樹脂を含む硬化剤とともに用いてなる下記の特性(A)および(B)を備えたエポキシ樹脂組成物硬化体により半導体素子が封止されてなる半導体装置。

【化3】



〔上記式(1)において、 $R_1 \sim R_4$ は炭素数1～4のアルキル基である。〕

【化4】



〔上記式(2)において、 m は0または正の整数である。〕

(A) 硬化体中の無機質充填剤の含有容積割合が60容積%以上。

(B) 硬化体のガラス転移温度が125℃以下。

【0008】すなわち、本発明者らは、耐冷熱サイクル試験衝撃クラック性および耐半田クラック特性に優れた封止樹脂を得るために一連の研究を重ねた。その過程で、パッケージに対して物性的解析を行った結果、低温側での発生ストレス、対リードフレーム接着力および樹脂の強靱性を上げることにより耐冷熱サイクル試験時の衝撃クラック特性を向上させることができ、また低吸湿性、高温時の樹脂強度および弾性率を向上させることにより耐半田クラック特性を向上させることができることを突き止めた。そして、上記結果にもとづき、さらに研究を重ねた結果、封止樹脂のガラス転移温度を特定温度以下に低下させることにより低温側での発生応力を低減させ、かつ無機質充填剤の高充填化を行うことにより吸水量の低減と樹脂強度の向上を図ると、上記およびのバランスが極めてよくなり、耐熱衝撃信頼性および耐半田クラック特性の双方に優れ、かつ耐湿信頼性等

の特性にも優れた封止樹脂が得られることを見出しこの発明に到達した。

【0009】なお、上記ガラス転移温度は、TMA (Thermo Mechanical Analysis) により得られる熱膨張曲線の二次微分ピークの値である。

【0010】

【発明の実施の形態】つぎに、本発明の実施の形態を詳しく説明する。

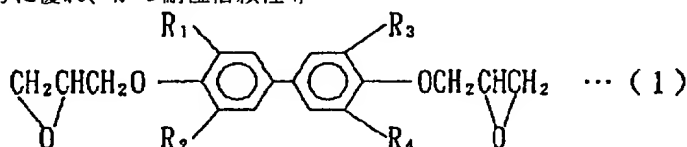
【0011】この発明に用いるエポキシ樹脂組成物は、エポキシ樹脂と、硬化剤と、無機質充填剤とを用いて得られるものであって、通常、粉末状もしくはそれを打錠してタブレット状になっている。

【0012】上記エポキシ樹脂は、特に限定するものではなく、通常用いられるものがあげられる。なかでも、例えばビフェニル型エポキシ樹脂で、下記の一般式

(1) で表されるものが好適に用いられる。

【0013】

【化5】



〔上記式(1)において、 $R_1 \sim R_4$ は炭素数1~4のアルキル基である。〕

【0014】このように、グリシジルエーテル基を有する芳香族環に低級アルキル基を置換することにより得られるエポキシ樹脂が撥水性を有するようになる。そして、上記一般式(1)で表される特殊なエポキシ樹脂のみでエポキシ樹脂組成物のエポキシ樹脂成分(エポキシ樹脂のみからなり硬化剤成分を除く)を構成してもよいし、それ以外の通常用いられるエポキシ樹脂と併用するようにしてもよい。前者の場合には、エポキシ樹脂成分の全体が上記一般式(1)の特殊なエポキシ樹脂で構成され、後者の場合にはエポキシ樹脂成分の一部が上記一般式(1)の特殊なエポキシ樹脂で構成されることとなる。

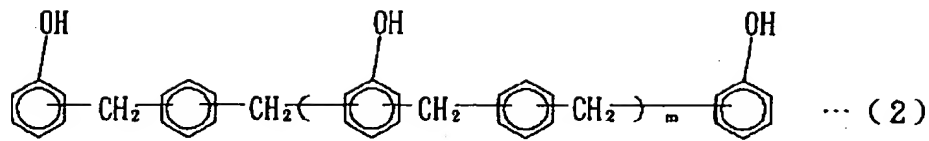
【0015】上記通常用いられるエポキシ樹脂としては、クレゾールノボラック型、フェノールノボラック型、ノボラックビスA型やビスフェノールA型等の各種

エポキシ樹脂があげられる。上記ノボラック型エポキシ樹脂としては、通常、エポキシ当量150~250、軟化点50~130℃のものが用いられ、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂としては、エポキシ当量180~210、軟化点60~110℃のものが一般に用いられる。このように上記(1)の特殊なエポキシ樹脂と通常のエポキシ樹脂の両者を併用する場合には、上記一般式(1)で表されるエポキシ樹脂をエポキシ樹脂成分全体の50重量%以上に設定するのが好ましく、特に好ましくは60重量%以上である。

【0016】上記硬化剤としては、例えば下記の一般式(2)で表される特殊なフェノールアルキル樹脂が用いられる。

【0017】

【化6】



〔上記式(2)において、 m は0または正の整数である。〕

【0018】上記一般式(2)で表されるフェノールアララルキル樹脂は、アララルキルエーテルとフェノールとをフリーデルクラフツ触媒で反応させることにより得られる。このようなフェノールアララルキル樹脂としては、特に、軟化点60～120℃、水酸基当量160～200を有するものを用いるのが好ましい。なお、上記フェノールアララルキル樹脂は、通常用いられるフェノール樹脂と併用しても差し支えない。上記通常用いられるフェノール樹脂としては、クレゾールノボラック型、フェノールノボラック型、ノボラックビスA型やビスフェノールA型等の各種フェノール樹脂があげられる。これらフェノール樹脂としては、水酸基当量90～120、軟化点60～140℃のものが用いられる。上記フェノールアララルキル樹脂と、このような通常のフェノール樹脂とを併用する場合には、上記フェノールアララルキル樹脂を、フェノールアララルキル樹脂と通常のフェノール樹脂の合計量の50重量%以上の割合になるように設定するのが好ましい。特に好ましいのは60重量%以上である。

【0019】また、上記エポキシ樹脂、硬化剤とともに用いられる無機質充填剤としては、例えば結晶性および溶融性シリカ粉末等があげられ、破砕状および球状のものが用いられる。このような無機質充填剤の配合量は、エポキシ樹脂組成物全体の72～92重量%の範囲に設定するのが好ましい。

【0020】なお、この発明に用いるエポキシ樹脂系組成物には、上記エポキシ樹脂、硬化剤および無機質充填剤以外に、通常、硬化促進剤、離型剤、難燃剤、カップリング剤等の従来公知の添加剤が用いられる。

【0021】上記硬化促進剤としては、アミン系、リン系、硼素系化合物があげられ、単独もしくは併せて用いられる。

【0022】上記離型剤としては、ポリエチレン系ワックス、高級脂肪酸、高級脂肪酸エステル、高級脂肪酸カルシウム等の化合物があげられ、単独もしくは併せて用いられる。

【0023】上記難燃剤としては、ノボラック型ブROM化エポキシ樹脂もしくはビスA型エポキシ樹脂、三酸化アンチモン等の化合物が単独で併せて用いられる。

【0024】上記カップリング剤としては、グリシジルエーテルタイプ、アミンタイプ、チオシアンタイプ、ウレアタイプ等のメトキシないしエトキシシランがあげら

れ、単独もしくは併せて用いられる。その使用方法としては、充填剤に対して、ドライブレンドしたり、もしくは予備加熱反応させたり、さらには有機成分原料に対する予備混合等自由である。

【0025】さらに、この発明に用いられるエポキシ樹脂組成物には、上記添加剤以外に、シリコンオイルおよびシリコンゴム、合成ゴム等のゴム成分を配合して低応力化を図ったり、耐湿信頼性の向上を目的としてハイドロタルサイト等のイオントラップ剤を配合してもよい。

【0026】この発明に用いられるエポキシ樹脂組成物は、例えば上記各成分を用いてつぎのようにして製造することができる。すなわち、上記エポキシ樹脂、硬化剤および無機質充填剤と、他の添加剤を適宜配合し混合して、ロール機等の混練機により120℃で2分間混練する。そして、これを室温に冷却した後、公知の手段によって粉碎し、必要に応じて打錠するという一連の工程により製造することができる。

【0027】この発明は、上記エポキシ樹脂組成物を用いて半導体素子をモールドすることにより、このようなエポキシ樹脂組成物を用いての半導体素子の封止は、特に限定するものではなく、通常のトランスファー成形等の公知のモールド方法により行うことができる。

【0028】このようにして得られる半導体装置は、上記のような特性を有するエポキシ樹脂組成物硬化体により樹脂封止されており、半導体素子が下記の物性(A)および(B)を満たす硬化体により封止されている。

(A) 硬化体中の無機質充填剤の含有容積割合が60容積%以上。

(B) 硬化体のガラス転移温度が125℃以下。

したがって、耐熱衝撃信頼性および耐湿信頼性に優れ、半田実装に際してもパッケージクラック等が生ずることがない。

【0029】なお、上記無機質充填剤の含有容積割合

(A)の好適範囲は63容積%以上である。より詳しく述べると、上記無機質充填剤の含有容積割合(A)は、用いられる無機質充填剤の平均粒径、形状等により微妙に変化する。例えば、平均粒径10～35μmのものにおいて、破砕状充填剤では60～70容積%、特に好ましくは63～70容積%である。球状充填剤では60～84容積%、特に好ましくは75～84容積%である。また、上記硬化体中のガラス転移温度(B)もより好適

な範囲があり、それは100～125℃である。

【0030】ちなみに、この発明で用いるエポキシ樹脂組成物硬化体のガラス転移温度と無機質充填剤の含有容積割合とで囲われる範囲を、従来のエポキシ樹脂組成物のそれとを対照して図面に示す。斜線部Aがこの発明のエポキシ樹脂組成物のそれである。斜線部Bは発光ダイオード(LED)等の封止に用いられる従来の光半導体封止用エポキシ樹脂組成物のそれであり、斜線部Cは半導体素子のトランスファー成形に用いられる従来のエポキシ樹脂組成物のそれである。上記図から明かなように、この発明で用いるエポキシ樹脂組成物では、そのガラス転移温度と、無機質充填剤含有量で囲われる範囲が従来のものとは全く異なっていることがわかる。

【0031】

【発明の効果】以上のように、この発明の半導体装置は、特殊なエポキシ樹脂組成物によって半導体素子を樹脂封止して得られるものであり、半田実装や耐冷熱サイクル試験におけるような過酷な条件下においてもパッケージクラックを生じることなく、かつ優れた耐湿信頼性等の特性を備えている。特に、この発明は、薄形フラットパッケージの表面実装等において高い信頼性を有し最適である。

【0032】

【実施例】つぎに、実施例について比較例と併せて説明する。

【0033】まず、実施例に先立って下記の化合物を準備した。

【0034】《エポキシ樹脂成分》

A：4，4′-ビス（2，3-エポキシプロポキシ）-3，3′，5，5′-テトラメチルピフェニル（軟化点

80℃，エポキシ当量195）

B：o-クレゾールノボラック型エポキシ樹脂（軟化点80℃，エポキシ当量195）

【0035】《フェノール樹脂成分》

C：フェノールアラルキル樹脂（軟化点76℃，水酸基当量175）

D：フェノールノボラック樹脂（軟化点80℃，水酸基当量106）

【0036】《無機質充填剤》

E：熔融シリカ粉末（平均粒径15μm，最大粒径150μm，破碎状）

F：熔融シリカ粉末（平均粒径25μm，最大粒径150μm，球状）

【0037】《難燃剤》

G：三酸化アンチモン

H：ノボラック型ブロム化エポキシ樹脂（軟化点80℃，エポキシ当量275）

【0038】《硬化促進剤》

I：1，8-ジアザビスクロ（5，4，0）ウンデセン-7

J：ポリエチレン系ワックス

【0039】

【実施例1，2，比較例1～4】上記各化合物A～Jを用いて下記の表1に示す割合で配合し、ミキシングロール機にかけて120℃で2分間混練し冷却したのち粉碎し、目的とする粉末のエポキシ樹脂組成物を得た。

【0040】

【表1】

(重量部)

		実 施 例		比 較 例			
		1	2	1	2	3	4
エポキシ樹脂	A	15.6	12.0	24.0	—	—	8.6
	B	—	—	—	18.0	30.0	13.0
フェノール樹脂	C	14.4	9.6	16.8	—	—	14.4
	D	—	2.4	7.2	12.0	18.0	6.0
無機質充填剤	E	—	—	116.6	—	116.6	127.6
	F	149.6	160.6	—	149.6	—	—
難燃剤	G	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4
	H	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
硬化促進剤	I	1	1	1	1	1	1
硬化剤	J	1	1	1	1	1	1

【0041】つぎに、実施例1，2および比較例1～4で得られた粉末状のエポキシ樹脂組成物を用いて半導体素子をトランスファー成形でモールドすることにより半導体装置を得た。この半導体装置は、80ピン四方向フラットパッケージ(QFP)（20mm×14mm×厚

み2.25mm）で、8mm×8mmのダイボンダプレート、7.5mm×7.5mmのチップサイズを有するものである。このようにして得られた半導体装置について、-65℃/5分～150℃/5分を500回繰り返す冷熱サイクル試験(TCTテスト)を行いパッケージ

クラックの発生数を調べた。また、85℃/85%RHで72時間吸湿した後、260℃で10秒間半田浸漬を行った場合のパッケージクラックの発生数を測定した。これらの結果を下記の表2に示す。また、上記半導体装置の封止樹脂であるエポキシ樹脂組成物硬化体のガラス

転移温度および各成分の配合割合（容積比）を測定し下記の表2に併せて示した。

【0042】

【表2】

		(容積%)					
		実 施 例		比 較 例			
		1	2	1	2	3	4
エポキシ樹脂	A	13	10	20	—	—	7.2
	B	—	—	—	15	25	10.8
フェノール樹脂	C	12	8	14	—	—	12.0
	D	—	2	6	10	15	5
無機質充填剤	E	—	—	53	—	53	58
	F	68	73	—	68	—	—
離型剤	G	2	2	2	2	2	2
	H	3	3	3	3	3	3
硬化促進剤	I	1	1	1	1	1	1
解型剤	J	1	1	1	1	1	1
無機質充填剤の含有容積割合（容積%）		70	75	55	70	55	60
ガラス転移温度（℃）		110	120	120	160	160	130
TCTテストでのクラック発生数（個）		0	0	2	5	10	3
半田浸漬後のクラック発生数（個）		0	0	8	10	10	6

【0043】表2の結果から、エポキシ樹脂組成物硬化体のガラス転移温度が125℃以下で、しかも硬化体中の無機質充填剤の含有割合が60容積%以上の実施例品では、TCTテストおよび半田浸漬後の双方ともパッケージクラックが殆ど発生していない。これに比べて、比較例品は全てパッケージクラックが発生している。したがって、実施例品は耐熱衝撃信頼性、耐半田クラック特性に優れ、高温時の低応力性等に優れていることがわか

る。また、ビフェニル型エポキシ樹脂とポリエチレン系ワックスとを組み合わせると、離型剤としてカルナバックスを用いた時よりも優れた離型効果が得られることがわかった。

【図面の簡単な説明】

【図1】エポキシ樹脂組成物硬化体のガラス転移温度と無機質充填剤の含有容積割合の関係を示す曲線図である。

フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁶

C08G 59/40

識別記号

F I

(72)発明者 池村 和弘

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

(72)発明者 中尾 稔

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

(72)発明者 木村 英人

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内

(72)発明者 多喜 秀彰

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東
電工株式会社内